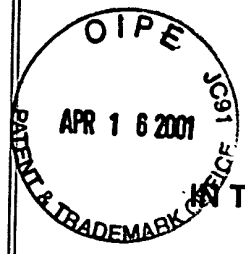


GP 2881



Attorney Docket No.: 03327.2252

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:
Takatoshi YAMASHITA

Serial No.: 09/773,664

Filed: February 2, 2001

Group Art Unit: 2881

Examiner:

H. Coe
4-19-01
#4 priority papers

For: ION SOURCE AND OPERATION METHOD THEREOF

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicant hereby claims the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2000-048470, filed February 25, 2000, for the above-identified U.S. patent application.

In support of this claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By:

[Signature]
Ernest F. Chapman
Reg. No. 25,961

Date: APR 16 2001

EFC/ts
Enclosure

LAW OFFICES
FINNEGAN, HENDERSON,
FARABOW, GARRETT,
& DUNNER, L.L.P.
1300 I STREET, N. W.
WASHINGTON, D. C. 20005
202-408-4000

RECEIVED
APR 17 2001
TC 2003 MAIL ROOM



日本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 2月25日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-048470

出 願 人
Applicant(s):

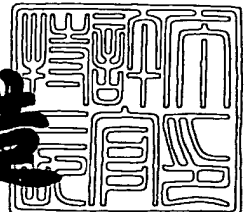
日新電機株式会社

RECEIVED
APR 17 2001
TC 2800 MAIL ROOM

2001年 3月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3025215

【書類名】 特許願

【整理番号】 P99028

【提出日】 平成12年 2月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 27/08
H01J 37/08

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町4 7 番地 日新電機株式会社
会社内

【氏名】 山下 貴敏

【特許出願人】

【識別番号】 000003942

【氏名又は名称】 日新電機株式会社

【代表者】 安井 貞三

【代理人】

【識別番号】 100088661

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 恵二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003322

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9807054

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 イオン源およびその運転方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アノードを兼ねるプラズマ生成容器と、このプラズマ生成容器の一方側内に設けられたフィラメントと、前記プラズマ生成容器の他方側内にフィラメントに向けて設けられていてフィラメント電位または浮遊電位に保たれる反射電極と、前記プラズマ生成容器内に前記フィラメントと反射電極とを結ぶ方向に磁界を発生させる磁石とを備えるイオン源において、前記プラズマ生成容器とフィラメントとの間に印加されるアーク電圧を V_A [V]、前記プラズマ生成容器内における磁界の磁束密度を B [T]、前記フィラメントの先端中央付近にある最多電子放出点からプラズマ生成容器の壁面までの最短距離を L [m] としたとき、これらを、

$$L < 3.37 B^{-1} \sqrt{(V_A)} \times 10^{-6}$$

なる関係を満たすように設定していることを特徴とするイオン源。

【請求項 2】 アノードを兼ねるプラズマ生成容器と、このプラズマ生成容器の一方側内に設けられたフィラメントと、前記プラズマ生成容器の他方側内にフィラメントに向けて設けられていてフィラメント電位または浮遊電位に保たれる反射電極と、前記プラズマ生成容器内に前記フィラメントと反射電極とを結ぶ方向に磁界を発生させる磁石とを備えるイオン源において、前記プラズマ生成容器とフィラメントとの間に印加されるアーク電圧を V_A [V]、前記プラズマ生成容器内における磁界の磁束密度を B [T]、前記フィラメントの先端中央付近にある最多電子放出点からプラズマ生成容器の壁面までの最短距離を L [m] としたとき、これらを、

$$L < 3.37 B^{-1} \sqrt{(V_A)} \times 10^{-6}$$

なる関係を満たすように設定してイオンビームを引き出すことを特徴とするイオン源の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プラズマ生成容器内にフィラメントおよび反射電極を有すると共に、フィラメントと反射電極とを結ぶ方向に磁界を印加する構造をしている、いわゆるバーナス（Bernus）型のイオン源およびその運転方法に関し、より具体的には、イオンビーム中の分子イオンの比率を高める手段に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種のイオン源の一例が、例えば特開平11-339674号公報に開示されている。それを図3および図4を参照して説明する。

【0003】

このイオン源は、陽極を兼ねていてガス導入口6からイオン源ガスが導入されるプラズマ生成容器2と、このプラズマ生成容器2の一方側内にその壁面を貫通して設けられたU字状のフィラメント8と、プラズマ生成容器2の他方側内にフィラメント8に向けて設けられた反射電極10とを備えている。24および30は絶縁体である。

【0004】

プラズマ生成容器2の壁面には、フィラメント8と反射電極10とを結ぶ方向に長いイオン引出しスリット4が設けられている。このイオン引出しスリット4の出口付近には、プラズマ生成容器2内から（より具体的にはそこに生成されるプラズマ12から）イオンビーム16を引き出す引出し電極14が設けられている。

【0005】

プラズマ生成容器2の外部には、プラズマ生成容器2内に、フィラメント8と反射電極10とを結ぶ方向に磁界19を発生させる磁石18が設けられている。磁石18は、例えば電磁石であるが、永久磁石でも良い。磁界19の向きは図示例とは逆向きでも良い。

【0006】

なお、フィラメント8の向きは、図3はフィラメント電源20との接続を明らかにするために便宜的に示したものであり、実際上は図4に示すように、U字状に曲げたフィラメント8を含む面がイオン引出しスリット4にほぼ平行になるよ

うに配置されている。

【0007】

フィラメント8の両端には、フィラメント8を加熱するためのフィラメント電源20が接続される。フィラメント8の一端とプラズマ生成容器2との間には、両者8、2間にアーク電圧 V_A を印加して両者8、2間でアーク放電を生じさせて、イオン源ガスを電離させてプラズマ12を生じさせるためのアーク電源22が接続される。

【0008】

反射電極10は、フィラメント8から放出された電子をはね返す作用をするものであり、図示例のようにどこにも接続せずに浮遊電位にしても良いし、フィラメント8に接続してフィラメント電位に固定しても良い。このような反射電極10を設けると、フィラメント8から放出された電子は、プラズマ生成容器2内に印加されている磁界19およびアーク電圧 V_A による電界の作用を受けて、磁界19の方向を軸として磁界19中で旋回しながらフィラメント8と反射電極10との間を往復運動するようになり、その結果当該電子とガス分子との衝突確率が高くなってイオン源ガスの電離効率が高まるので、プラズマ12の生成効率が高まる。

【0009】

更に従来は、フィラメント8から放出された電子がプラズマ生成容器2の壁面に衝突するまでの寿命を延ばしてプラズマ12の生成効率を高めるために、フィラメント8の先端中央付近にある最多電子放出点9からプラズマ生成容器2の壁面までの最短距離 L よりも、磁界19中での上記電子のラーモア半径 R （後述する数2参照）が小さくなるように、プラズマ生成容器2内における磁界19の磁束密度 B 等を設定しているのが一般的である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上記イオン源から引き出すイオンビーム16中には、単原子イオン（例えば P^+ 、 As^+ ）の他に、分子状のイオンである分子イオン（例えば P_2^+ 、 As_2^+ ）も含まれている。分子イオンには、例えば二原子から成る二原子イオンや、三

原子から成る三原子イオン等がある。

【0011】

分子イオンは、単原子イオンに比べて次のような利点がある。即ち、(1) 分子イオンは、単原子イオンに比べて発散が少ないので輸送効率が向上する。(2) 分子イオンをターゲットに注入する場合、複数原子が注入されるので、同じビーム電流の場合、実質的に単原子イオンの複数倍の注入量(ドーズ量)を得ることができる。(3) 逆に同じ注入量の場合、分子イオンは単原子イオンに比べてビーム電流が少なく済むので、ターゲットに入射する電荷量が少なく済み、ターゲットのチャージアップ(帯電)を抑制する効果が期待できる。

【0012】

このような観点からは、イオンビーム中の分子イオンの比率が高い方が好ましい。そこでこの発明は、イオンビーム中の分子イオンの比率を高めることを主たる目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明に係るイオン源は、前記プラズマ生成容器とフィラメントとの間に印加されるアーク電圧を V_A [V]、前記プラズマ生成容器内における磁界の磁束密度を B [T]、前記フィラメントの先端中央付近にある最多電子放出点からプラズマ生成容器の壁面までの最短距離を L [m] としたとき、これらを次式の関係を満たすように設定していることを特徴としている。

【0014】

【数1】

$$L < 3.37 B^{-1} \sqrt{V_A} \times 10^{-6}$$

【0015】

この発明に係るイオン源の運転方法は、前記プラズマ生成容器とフィラメントとの間に印加されるアーク電圧を V_A [V]、前記プラズマ生成容器内における磁界の磁束密度を B [T]、前記フィラメントの先端中央付近にある最多電子放出点からプラズマ生成容器の壁面までの最短距離を L [m] としたとき、これらを上記数1の関係を満たすように設定してイオンビームを引き出すことを特徴と

している。

【0016】

プラズマ生成容器内に生成されるプラズマの内部では、電子、イオン、原子、分子等による各種物理衝突、分子解離、化学反応等が起こり、絶えず分子イオンの生成および消滅が繰り返されている。この生成された分子イオンを解離させないためには、数 e V 以上の高いエネルギーを持つ電子の存在確率をできるだけ下げることが有効である。

【0017】

フィラメントから放出された電子のプラズマ生成容器内での磁界中における旋回運動のラーモア半径 R は、次式で表される。B と V_A は前述のとおりであり、m は電子の質量、e は電気素量である。

【0018】

【数 2】

$$R = B^{-1} \sqrt{(2 m V_A / e)} \doteq 3.37 B^{-1} \sqrt{(V_A)} \times 10^{-6} \quad [\text{m}]$$

【0019】

即ち、上記数 1 の右辺は、この電子のラーモア半径 R を表しており、上記数 1 は $L < R$ を表している。このような条件に設定しておく、高いエネルギーを持つ電子がプラズマ生成容器の壁面に衝突して消滅する確率が高くなるので、エネルギーの高い電子の寿命（存在確率）を下げる事が可能になり、それによって上述したようにプラズマ中の分子イオンの比率を高めることができる。その結果、イオンビーム中の分子イオンの比率を高めることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

図 1 は、この発明に係るイオン源の一例を示す断面図である。図 3 および図 4 に示した例と同一または相当する部分には同一符号を付し、以下においては従来例との相違点を主に説明する。

【0021】

このイオン源の基本的な構造は図 3 の従来例と同様であるけれども、このイオン源では、アーク電源 22 からプラズマ生成容器 2 とフィラメント 8 との間に印

加されるアーク電圧を V_A [V]、磁石 18 によるプラズマ生成容器 2 内における磁界 19 の磁束密度を B [T]、フィラメント 8 の先端中央付近にある最多電子放出点 9 からプラズマ生成容器 2 の壁面までの最短距離を L [m] としたとき、これら V_A 、 B および L を、上記数 1 の関係を満たすように設定している。この点が図 3 の従来例と大きく異なる。

【0022】

換言すれば、このイオン源を運転するとき、上記数 1 の関係を満たすように設定してイオンビーム 16 を引き出す。

【0023】

上記最多電子放出点 9 は、U 字状のフィラメント 8 の先端中央が最も温度が高いためその付近にある。但し、フィラメント 8 からの電子放出には、熱電子放出に加えて、プラズマ 12 中のイオンのスパッタによる電子放出もある。熱電子放出が最も多いのは、最も高温になるフィラメント 8 の先端中央である。スパッタによる電子放出が最も多いのは、フィラメント電源 20 からのフィラメント電圧の影響を受けて、フィラメント 8 の先端中央から若干フィラメント電源 20 の陰極側にずれることがある。このような影響を受けて、最多電子放出点 9 はフィラメント 8 の先端中央から若干（例えば数 mm 程度）陰極側にずれることがある。この場合も含めて、この明細書では、最多電子放出点 9 はフィラメント 8 の先端中央付近にあると言っている。

【0024】

上記数 1 の関係を満たす具体的な手段としては、例えば、上記磁束密度 B を調整すれば良い。例えば上記磁石 18 を電磁石で構成しておけば、この調整は容易である。

【0025】

上記数 1 の関係を満たすように設定しておくこと、上記最短距離 L よりも電子のラーモア半径 R の方が大きくなって、例えば数 eV 以上という高いエネルギーを持つ電子がプラズマ生成容器 2 の壁面に衝突して消滅する確率が高くなるので、エネルギーの高い電子の寿命を下げる事が可能になり、それによって上述したようにプラズマ 12 中の分子イオンの比率を高めることができる。その結果、イ

オンビーム 16 中の分子イオンの比率を高めることができる。ひいては、分子イオンを利用する場合の前述した (1) 輸送効率の向上、(2) 実注入量の増加、および (3) チャージアップの抑制、という利点を生かす上で有利になる。

【0026】

なお、このようにすると、プラズマ 12 全体の生成効率が低下してイオンビーム 16 全体の量が減少する可能性はあるけれども、それは、フィラメント電流を増やす等して、プラズマ 12 への投入パワーを増やすことによって補うことができる。そのようにすればイオンビーム 16 全体の量を増やすことができる。その場合でも、この発明によればイオンビーム 16 中の分子イオンの比率を高めることができるので、分子イオンを多く得ることができる。

【0027】

【実施例】

上記磁石 18 を電磁石としてそのコイル電流を変化させてプラズマ生成容器 2 内の磁束密度 B を変化させたときの、イオンビーム 16 中に含まれる着目イオンの電流比を測定した結果の一例を図 2 に示す。縦軸のイオン電流比は、着目イオン電流の全ビーム電流に対する比率である。

【0028】

同図中の三角印は、プラズマ生成容器 2 にイオン源ガスとして PH_3 を導入してリンイオンを含むイオンビーム 16 を引き出したときの例であり、丸印は AsH_3 を導入してヒ素イオンを含むイオンビーム 16 を引き出したときの例である。

【0029】

従来は前述したように $L > R$ の領域を用いていたのであるが、この発明に従って $L < R$ の領域を用いることによって、二分子イオン (P_2^+ 、 As_2^+) の比率を従来よりもかなり高めることができた。同比率は、最大で 50% 近くに達している。

【0030】

【発明の効果】

以上のようにこの発明によれば、上記のような関係を満たすように設定するこ

とによって、高いエネルギーを持つ電子がプラズマ生成容器の壁面に衝突して消滅する確率が高くなるので、エネルギーの高い電子の寿命を下げる事が可能になり、それによってプラズマ中の分子イオンの比率を高めることができる。その結果、イオンビーム中の分子イオンの比率を高めることができる。ひいては、分子イオンを利用する場合の（１）輸送効率の向上、（２）実注入量の増加、および（３）チャージアップの抑制、という利点を生かす上で有利になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明に係るイオン源の一例を示す断面図である。

【図 2】

磁石のコイル電流を変化させてプラズマ生成容器内の磁束密度を変化させたときの、イオンビーム中に含まれる着目イオンの電流比の測定結果の一例を示す図である。

【図 3】

従来のイオン源の一例を示す断面図である。

【図 4】

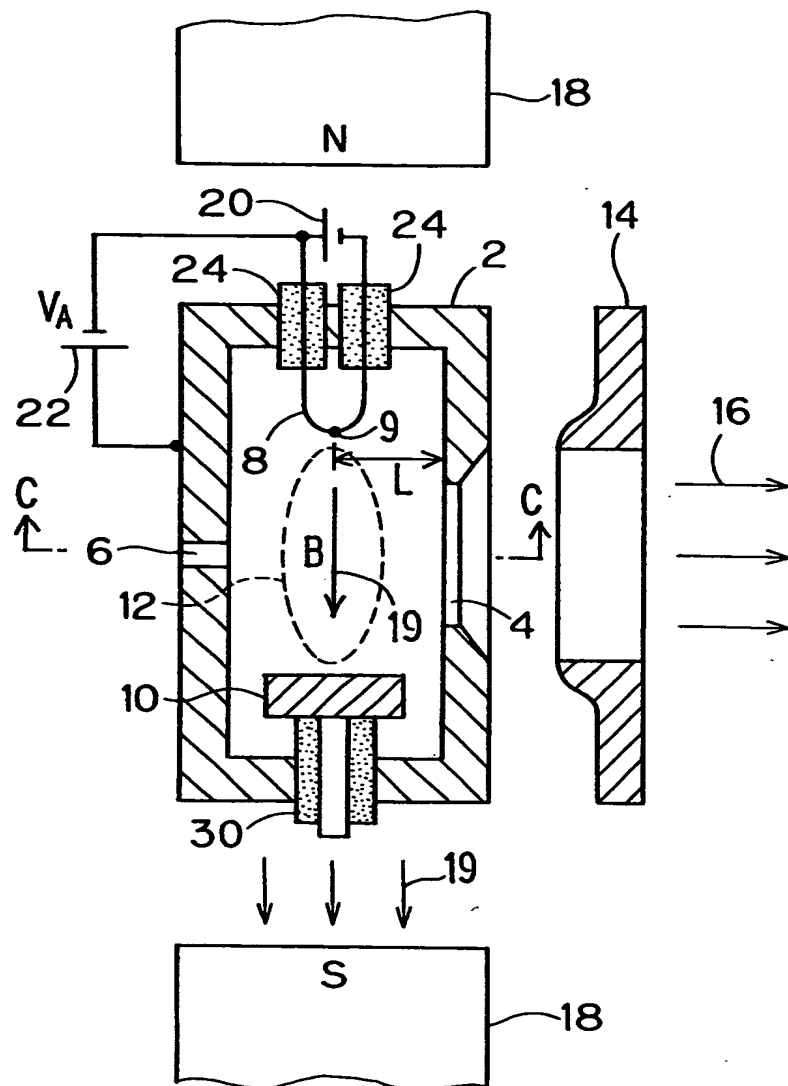
プラズマ生成容器内のフィラメントの配置例を示す断面図であり、図 1 および図 3 の C-C 断面に相当する。

【符号の説明】

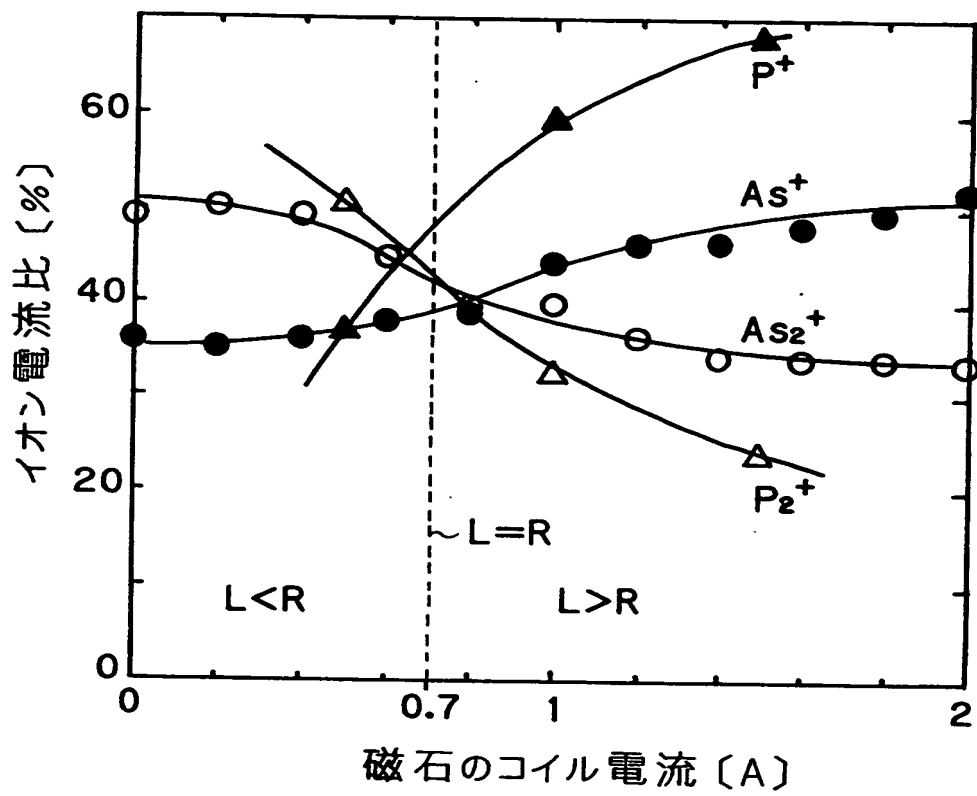
- 2 プラズマ生成容器
- 8 フィラメント
- 9 最多電子放出点
- 10 反射電極
- 12 プラズマ
- 16 イオンビーム
- 18 磁石
- 19 磁界

【書類名】 図面

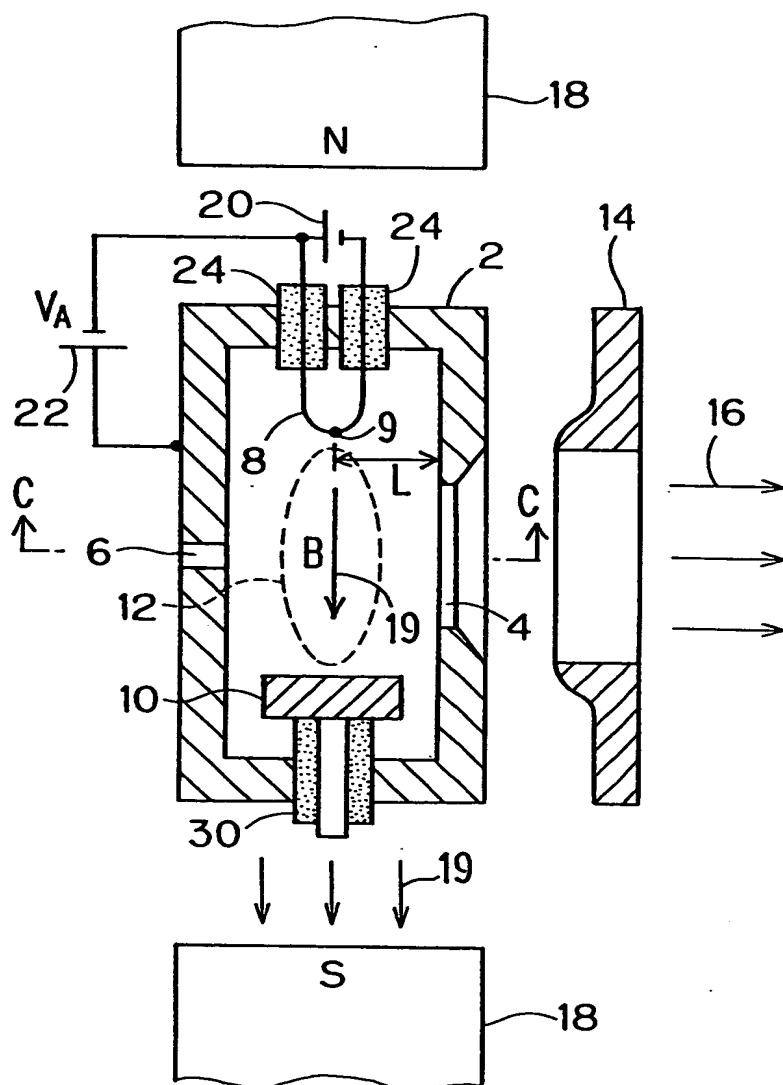
【図 1】



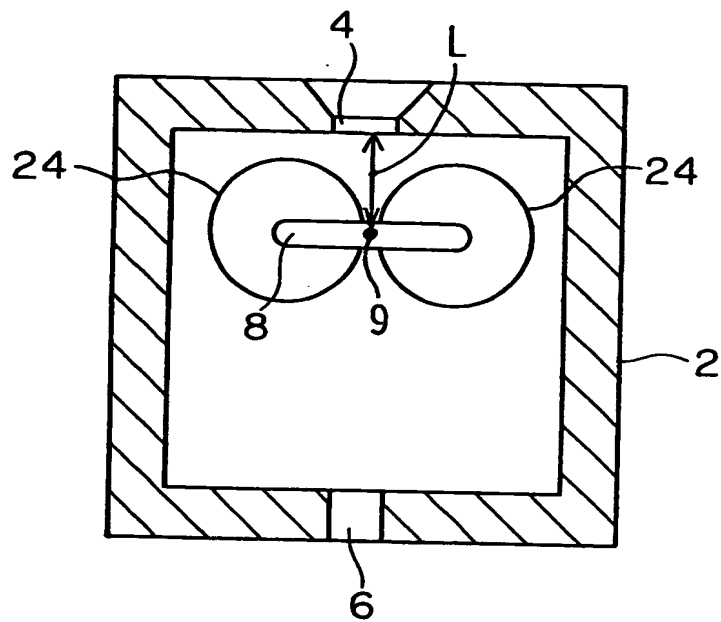
【図2】



【図 3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 イオン源から引き出すイオンビーム中の分子イオンの比率を高める。

【解決手段】 このイオン源は、プラズマ生成容器 2 とフィラメント 8 との間に印加されるアーク電圧を V_A [V]、プラズマ生成容器 2 内における磁界 19 の磁束密度を B [T]、フィラメント 8 の先端中央付近にある最多電子放出点 9 からプラズマ生成容器 2 の壁面までの最短距離を L [m] としたとき、これらを、 $L < 3.37 B^{-1} \sqrt{V_A} \times 10^{-6}$ なる関係を満たすように設定している。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 0 4 8 4 7 0
受付番号	5 0 0 0 0 2 1 5 8 8 6
書類名	特許願
担当官	大畑 智昭 7 3 9 2
作成日	平成 1 2 年 3 月 1 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000003942
【住所又は居所】	京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地
【氏名又は名称】	日新電機株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100088661
【住所又は居所】	大阪府中央区内本町 2 丁目 3 番 8 - 4 1 3 号 ダ イアパレスビル本町
【氏名又は名称】	山本 恵二

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003942]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市右京区梅津高畝町47番地
氏 名 日新電機株式会社